

Original document

Speed-measuring device

Patent number: DE3335708
Publication date: 1985-04-11
Inventor: BOEHM MANFRED DR ING (DE)
Applicant: STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG (DE)
Classification:
- international: **G01P3/36; G01P3/36**; (IPC1-7): G01S11/00
- european:
Application number: DE19833335708 19831001
Priority number(s): DE19833335708 19831001

[View INPADOC patent family](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of **DE3335708**

In the speed-measuring device, a first signal (203) passes through a first link and a second signal (204) passes through a second link (205). The two signals and/or the propagation conditions for the two signals in the two links are chosen such that the propagation speeds of the two signals depend in a different way on the absolute speed. As a result, after passing through the two links, there is a phase difference between the two signals which depends on the absolute speed. From this phase difference, a component of the absolute speed is determined.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of **DE3335708**

Geschwindigkeitsmesseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung.

Es gibt zahlreiche bekannte Geschwindigkeitsmesseinrichtungen, die nach unterschiedlichen Prinzipien arbeiten.

All diese Geschwindigkeitsmesseinrichtungen dienen dazu, die Geschwindigkeit relativ zu einem Bezugssystem - das ist im allgemeinen die Erdoberfläche - zu messen. Hierzu ist es üblich, die Geschwindigkeit aus Abstandsänderungen zu berechnen oder sie direkt aus Grössen, die zu der Relativbewegung proportional sind, zu ermitteln. Solche proportionale Grössen sind beispielsweise die Dopplerverschiebung einer Frequenz oder die Drehzahl eines Rades, das auf der Bezugsfläche rollt.

Bei der neuen Geschwindigkeitsmesseinrichtung wird davon ausgegangen, dass es ein absolutes

BEST AVAILABLE COPY



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3335708 A1

51 Int. Cl. 3:
G01S 11/00

21 Aktenzeichen: P 33 35 708.0
22 Anmeldetag: 1. 10. 83
43 Offenlegungstag: 11. 4. 85

DE 3335708 A1

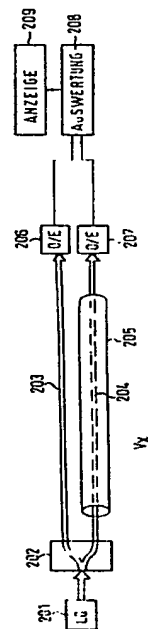
71 Anmelder:
Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Böhm, Manfred, Dr.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

Erfindung

54 Geschwindigkeitsmeßeinrichtung

Bei der Geschwindigkeitsmeßeinrichtung durchläuft ein erstes Signal (203) eine erste Wegstrecke und ein zweites Signal (204) eine zweite Wegstrecke (205). Die beiden Signale und/oder die Ausbreitungsbedingungen für die beiden Signale in den beiden Wegstrecken sind so gewählt, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der beiden Signale in unterschiedlicher Weise von der absoluten Geschwindigkeit abhängen. Dadurch ist nach dem Durchlaufen der beiden Wegstrecken zwischen den beiden Signalen eine Phasendifferenz, die von der absoluten Geschwindigkeit abhängt, vorhanden. Aus dieser Phasendifferenz wird eine Komponente der absoluten Geschwindigkeit ermittelt.



DE 3335708 A1

3335708

STANDARD ELEKTRIK LORENZ
AKTIENGESELLSCHAFT
S T U T T G A R T

M.Böhm-36

Patentansprüche

1. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß in ihr eine erste (3) und
eine zweite (4) Wegstrecke, die jeweils nicht geschlossen
sind, gleichsinnig und innerhalb desselben Zeitrahmens je-
5 weils zumindest einmal von einem ersten bzw. einem zweiten
Signal durchlaufen werden, daß die beiden Signale und/oder
das Medium oder die Medien, das oder die die Ausbreitungs-
bedingungen für die beiden Signale in den beiden Wegstrecken
festlegt oder festlegen, so gewählt sind, daß die Ausbrei-
10 tungsgeschwindigkeiten der beiden Signale in unterschied-
licher Weise von der zu messenden Geschwindigkeit abhängen,
daß eine Auswerteeinrichtung (7) vorhanden ist, in der die
geschwindigkeitsabhängige Zeit- oder Phasendifferenz
zwischen den beiden Signalen nach dem Durchlaufen der
15 beiden Wegstrecken ermittelt wird, und daß aus dieser
Zeit- oder Phasendifferenz oder aus einem hierzu propor-
tionalen Wert der Betrag einer Komponente (V_x) der abso-
luten Geschwindigkeit berechnet wird.
2. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch
20 gekennzeichnet, daß die beiden Signale elektromagnetische
Wellen sind.

ZT/P1-Sm/R
28.09.1983

M.Böhm-36

3. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Signale Schallwellen sind.
4. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Signal eine Schallwelle und das andere Signal eine elektromagnetische Welle ist.
5. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden elektromagnetischen Wellen oder die elektromagnetische Welle eine Lichtwelle ist.
6. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der elektromagnetischen Wellen oder eine der Schallwellen frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert ist.
- 15 7. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Welle frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert ist und daß die Modulationsfrequenz zumindest angenähert gleich der Schallfrequenz ist.
- 20 8. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 7 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die oder zumindest eine der beiden Modulationsfrequenzen so geregelt wird, daß die geschwindigkeitsabhängige Zeit- oder Phasendifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Signal nach dem Durch-
- 25 laufen der beiden Wegstrecken ausgeregelt wird, und daß die Komponente der absoluten Geschwindigkeit aus dem Regelsignal, einem davon abgeleiteten oder einem hierzu proportionalen Signal ermittelt wird.

M.Böhm-36

9. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung von drei die absolute Geschwindigkeit festlegenden Komponenten drei solcher Einrichtungen zur Messung jeweils einer Komponente vorgesehen sind, wobei jede Einrichtung 5 eine bestimmte Komponente der absoluten Geschwindigkeit mißt, und daß aus den drei ermittelten Komponenten die absolute Geschwindigkeit berechnet wird.
10. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Einrichtungen drei aufeinander senkrecht stehende Komponenten der absoluten Geschwindigkeit messen. 10

M.Böhm-36

Geschwindigkeitsmeßeinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung.

Es gibt zahlreiche bekannte Geschwindigkeitsmeßeinrichtungen, die nach unterschiedlichen Prinzipien arbeiten. All diese Geschwindigkeitsmeßeinrichtungen dienen dazu,
5 die Geschwindigkeit relativ zu einem Bezugssystem - das ist im allgemeinen die Erdoberfläche - zu messen. Hierzu ist es üblich, die Geschwindigkeit aus Abstandsänderungen zu berechnen oder sie direkt aus Größen, die zu der Relativbewegung proportional sind, zu ermitteln. Solche pro-
10 portionale Größen sind beispielsweise die Dopplerverschiebung einer Frequenz oder die Drehzahl eines Rades, das auf der Bezugsfläche rollt.

Bei der neuen Geschwindigkeitsmeßeinrichtung wird davon ausgegangen, daß es ein absolutes Koordinatensystem gibt
15 und daß sich in diesem absoluten Koordinatensystem absolute Geschwindigkeiten - bezogen auf dieses Koordinatensystem - ermitteln lassen.

Die Erfindung gibt eine Lösung an, wie eine Komponente der absoluten Geschwindigkeit gemessen werden kann. Für manche
20 Anwendungszwecke (z. B. in der Astronomie) reicht es aus,

ZT/P1-Sm/R

28.09.1983

01-10-83

- 5 -

3335708

M.Böhm-36

nur eine Komponente der absoluten Geschwindigkeit zu messen. Häufig ist es wünschenswert, die gesamte absolute Geschwindigkeit zu kennen. Wie diese gemessen wird gibt eine Weiterbildung an.

- 5 Kennt man die absolute Geschwindigkeit einer Bezugsfläche und mißt man die absolute Geschwindigkeit der Einrichtung, in der die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung installiert ist, dann kann aus diesen beiden Werten die Geschwindigkeit relativ zur Bezugsfläche berechnet werden. Dies ist eine
- 10 Möglichkeit, die Relativgeschwindigkeit zu ermitteln, ohne daß zur Geschwindigkeitsmessung Kontakt zur Außenwelt aufgenommen wird.

M.Böhm-36

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1a - 1d schematische Darstellungen zur Erläuterung
des prinzipiellen Aufbaus der neuen Ge-
schwindigkeitsmeßeinrichtung,
- Fig. 2 und 3 Ausführungsbeispiele, bei denen zwei Licht-
wellen verwendet werden,
- Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel, bei dem zwei
Schallwellen verwendet werden,
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Licht-
und eine Schallwelle verwendet werden,
und
- Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Licht-
und eine Schallwelle, die mehrmals hin-
und herlaufen, verwendet werden.

Bei der neuen Geschwindigkeitsmeßeinrichtung zur Messung des Vektors einer Komponente der absoluten Geschwindigkeit (oder des Vektors der absoluten Geschwindigkeit) ist es notwendig, daß

- ein erstes und ein zweites Signal, nämlich ein Meß- und ein Referenzsignal vorhanden sind,
- die Ausbreitungsgeschwindigkeiten des Meß- und des Referenzsignals in unterschiedlicher Weise von der absoluten Geschwindigkeit abhängen (hierzu gehört auch der

M.Böhm-36

Fall, daß das Referenzsignal von der absoluten Geschwindigkeit unabhängig ist), und

- die Zeit- oder Phasendifferenz, die zwischen dem Meß- und dem Referenzsignal nach Durchlaufen einer bestimmten Wegstrecke vorhanden ist, zur Messung der absoluten Geschwindigkeit ausgewertet wird.

Eine unterschiedliche Abhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Meß- und des Referenzsignals von der absoluten Geschwindigkeit erhält man, wenn man entweder Signale mit unterschiedlichen Ausbreitungseigenschaften (Licht und Schall) verwendet oder wenn die Ausbreitungsbedingungen für Meß- und Referenzsignal geschwindigkeitsabhängig unterschiedlich sind (unterschiedliche Mitführungskoeffizienten).

- 15 Nachfolgend werden anhand der Fig. 1a bis 1d mehrere prinzipielle Realisierungsmöglichkeiten erläutert, und anhand der weiteren Figuren erfolgt eine Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele.

Beim Beispiel nach Fig. 1a gibt eine erste Lichtquelle 1 eine erste Lichtwelle und eine zweite Lichtquelle 2 eine zweite Lichtwelle ab. Alternativ hierzu ist es auch möglich, nur eine Lichtquelle vorzusehen und die von ihr ausgehende Lichtwelle in zwei Teilwellen aufzuteilen, so daß wiederum eine erste und eine zweite Lichtwelle vorhanden sind.

Die erste Lichtwelle breitet sich auf einer ersten Wegstrecke 3 mit der Länge l , die von einem ersten Medium

M.Böhm-36

gebildet wird, und die zweite breitet sich auf einer zweiten Wegstrecke 4 mit derselben Länge l , die von einem zweiten Medium gebildet wird, aus. Die beiden Medien weisen unterschiedliche Brechungsindizes n_1, n_2 auf und
5 beeinflussen daher die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Lichtwellen unterschiedlich. Nach dem Durchlaufen der Medien gelangen die beiden Teilwellen zu optisch/elektrischen Wandlern 5 und 6, deren Ausgangssignale einer Auswerteeinrichtung 7, in der eine Komponente der abso-
10 luten Geschwindigkeit ermittelt wird, zugeführt werden. Es wird diejenige Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit, die in die Ausbreitungsrichtung der Lichtwellen zeigt, ermittelt.

Befindet sich die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung in Ruhe,
15 dann kommen die Lichtwellen auch bei phasengleicher Aus- sendung an den optisch/elektrischen Wandlern 5, 6 mit einer bestimmten Grundlaufzeitdifferenz an, weil die Brechungsindizes unterschiedlich sind. Bei einer Bewegung der Geschwindigkeitsmeßeinrichtung wird die Ausbreitungs-
20 geschwindigkeit der Lichtwellen geschwindigkeitsabhängig durch die Mitführung verändert. Diese Änderung ist für beide Lichtwellen unterschiedlich und hängt vom Mitführungs- koeffizienten des jeweiligen Mediums ab. Folglich kommen die beiden Lichtwellen bei bewegter Geschwindigkeitsmeß-
25 einrichtung an den Wandlern nicht mehr mit der Laufzeit- differenz des Ruhezustandes an. Die zusätzlich zur Grund- laufzeitdifferenz vorhandene Zeitdifferenz ist zu der Kom- ponente V_x der absoluten Geschwindigkeit der Geschwindig- keitsmeßeinrichtung proportional. Wenn nachfolgend im Zu-
30 sammenhang mit den angegebenen Gleichungen von einer Zeit- oder Phasendifferenz die Rede ist, ist stets die zusätzliche Zeit- oder die ihr entsprechende Phasendifferenz gemeint.

M. Böhm-36

Die Zeitdifferenz zwischen den Ankunftszeiten der beiden Lichtwellen kann auf unterschiedliche Arten gemessen werden. Zur Zeitmessung können alle bekannten Verfahren angewandt werden.

- 5 Bei den Lichtwellen handelt es sich um elektromagnetische Schwingungen. Somit kann man anstatt der Zeitdifferenz auch die Phasendifferenz zwischen den beiden Lichtwellen messen. Die Zeit- ist zu der Phasendifferenz direkt proportional. Zur Realisierung der Zeit- oder der Phasendifferenzmessung gibt es zahlreiche bekannte Verfahren, so daß hierauf hier nicht näher einzugehen ist.

Die Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit läßt sich aus der gemessenen Phasendifferenz $\Delta\phi$ nach der folgenden Gleichung berechnen:

$$15 \quad \Delta\phi = \frac{4\pi (n_1^2 - n_2^2) \cdot l}{c \cdot \lambda} \cdot V_x \quad (1)$$

l : Länge der Wegstrecken,

λ : Wellenlänge des Lichts im Vakuum,

c : Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts im Vakuum.

- 20 Es wurde oben davon ausgegangen, daß das erste und das zweite Signal Lichtwellen sind. Vom Prinzip her sind jedoch andere elektromagnetische Wellen genauso geeignet. Die Wellenlängen der angewandten elektromagnetischen Wellen legen lediglich die Wahl der zu verwendenden Bauelemente fest (z. B. Hohlleiter anstatt Lichtwellenleiter).

- 25 Bei dem Beispiel gemäß Fig. 1b ist das erste Signal eine Lichtwelle (Wellenlänge λ), die von einer Lichtquelle 11 abge-

M. Böhm-36

geben wird und sich über eine erste Wegstrecke 13 ausbreitet, und das zweite Signal eine Schallwelle, die von einer Schallquelle 12 abgegeben wird und sich über eine zweite Wegstrecke 14 ausbreitet. Im Gegensatz zu dem
5 kleinen Mitführungskoeffizienten für die Lichtwelle, die sich in einem Medium (Brechungsindex n), ausbreitet, das die erste Wegstrecke 13 bildet, ist der Mitführungskoeffizient für die Schallwelle, die sich in dem Medium der zweiten Wegstrecke 14 (fest, flüssig oder gasförmig) mit
10 der Geschwindigkeit $V = V' + V_x$ (V' = Schallausbreitungsgeschwindigkeit in der Materie) ausbreitet, nahezu gleich eins. Die beiden Wellen werden nach dem Durchlaufen der beiden Wegstrecken, die jeweils die Länge l haben, einem optisch/elektrischen Wandler 15 und einem akustisch/elektrischen Wandler 16 zugeführt. In einer Auswerteeinrichtung 17 wird aus der Zeit- oder Phasendifferenz eine Komponente der absoluten Geschwindigkeit ermittelt. Dies ist wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1a die Komponente V_x , die in die Ausbreitungsrichtung der Wellen zeigt. Hier-
20 bei wird, wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1a, davon Gebrauch gemacht, daß die Mitführungskoeffizienten für die beiden Wellen in den beiden Medien unterschiedlich sind.

Die Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit läßt sich aus der gemessenen Zeitdifferenz Δt nach der folgenden
25 Gleichung berechnen:

$$\Delta t = \frac{n \cdot l \cdot V_x}{(V' + V_x) \cdot c} \quad (2)$$

(c : Lichtgeschwindigkeit)

M. Böhm-36

Ein Quarzglasstab kann für die Licht- und die Schallwelle gemeinsames Ausbreitungsmedium sein.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1c sind beide Signale Schallwellen, die von Schallquellen 21, 22 abgegeben werden und sich über Wegstrecken 23, 24, die jeweils die Länge l haben, und durch Medien, die voneinander unterschiedliche Materialkonstanten K_1 bzw. K_2 haben, gebildet werden, mit den Geschwindigkeiten V_1' bzw. V_2' ausbreiten. Die Frequenz der Schallwelle ist f . Nach Durchlaufen der beiden Medien und Umwandlung der akustischen Wellen in elektrische Signale in Wandlern 25, 26 erfolgt wiederum die Ermittlung einer Komponente der absoluten Geschwindigkeit in einer Auswerteeinrichtung 27. Dies ist, wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1a und 1b, die Komponente V_x , die in die Ausbreitungsrichtung der Wellen zeigt. Analog zu den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1a und 1b wird hier von der Unterschiedlichkeit der Materialkonstanten in den beiden Medien der beiden Wegstrecken, die die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der beiden Schallwellen in diesen Medien festlegen, Gebrauch gemacht.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit aus der gemessenen Zeitdifferenz Δt gemäß nachfolgender Gleichung berechnet:

$$\Delta t = \frac{l}{V_1'^2 \cdot V_2'^2} \cdot \frac{(V_1'^2 - V_2'^2)V_x + 2(V_2' - V_1')V_x^2}{1 - \left(\frac{1}{V_1'} + \frac{1}{V_2'}\right)V_x + \left(\frac{1}{V_1'^2} + \frac{4}{V_1'V_2'} + \frac{1}{V_2'^2}\right)V_x^2 + \frac{2(V_2' - V_1')}{V_1'^2 V_2'^2}V_x^3 + \frac{V_x^4}{V_1'^2 V_2'^2}} \quad (3)$$

Aus den obigen Gleichungen ist zu entnehmen, daß die gemessenen Phasen- bzw. Zeitdifferenzen unter anderem je-

M.Böhm-36

weils auch von der Länge l der Wegstrecken abhängen. Durch Vergrößerung von l erzielt man eine Verbesserung der Meßgenauigkeit. Der Länge l ist jedoch durch den zur Verfügung stehenden Platz eine Grenze gesetzt. Eine Verringerung der
5 Abmessung in Richtung der zu messenden Geschwindigkeitskomponente erzielt man, wenn man die Wellen die Wegstrecken mehrmals durchlaufen läßt oder wenn man die Wegstrecken so wählt, daß sich die Wellen auf unterschiedlichen Wegen mehrmals in Richtung plus V_x und minus V_x ausbreiten. Hier-
10 bei müssen die Überleitungsstücke, auf denen sich Wellen in anderen Richtungen als plus oder minus V_x ausbreiten, möglichst kurz sein.

Es wird davon Gebrauch gemacht, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen durch die Geschwindigkeit V_x
15 der Meßeinrichtung in den beiden Ausbreitungsrichtungen so beeinflußt wird, daß sich ihre Auswirkung summiert.

Anhand der Fig. 1d wird ein Ausführungsbeispiel für zwei Schallwellen erläutert, bei dem diese zunächst erste Stücke einer ersten 33 und zweiten 34 Wegstrecke, die die Längen
20 l haben, in Richtung plus V_x und zum Schluß zweite Stücke der Wegstrecken, die ebenfalls die Längen l haben, in Richtung minus V_x durchlaufen. Die Überleitungsstücke mit den
Längen U zwischen den ersten und den zweiten Stücken der Wegstrecken sind zur Bestimmung der Komponente V_x ohne Be-
25 deutung und werden daher so kurz wie möglich gewählt.

Zwei Schallquellen 31, 32 geben jeweils eine Schallwelle ab. Diese breiten sich über eine erste 33 und eine zweite 34 Wegstrecke, die durch Medien mit den Materialkonstanten K_1 bzw. K_2 gebildet werden, aus. Nach dem Durchlaufen der

M.Böhm-36

beiden Wegstrecken werden die beiden Schallwellen in Wandlern 35, 36 in elektrische Signale umgewandelt, und diese werden zur Auswertung einer Auswerteeinrichtung 37 zugeführt.

- 5 Im Bereich des Überleitungsstückes sind die beiden Wegstreckenstücke übereinander angeordnet.

- Wie bereits mehrfach erwähnt, wird mit der neuen Geschwindigkeitsmeßeinrichtung lediglich eine Komponente der absoluten Geschwindigkeit gemessen. Bei den Realisierungen, 10 bei denen die Wegstrecken zueinander parallele und geradlinige Strecken sind, wird mit der Meßeinrichtung die Komponente in dieser Richtung gemessen (Fig. 1a bis 1c). Beim Ausführungsbeispiel 1d, bei dem zwischen den beiden Stücken der Wegstrecke mit der Länge l ein Überleitungsstück mit 15 der Länge U vorhanden ist, wird die Komponente in Richtung der beiden Stücke mit der Länge l gemessen. Bei den weiteren Ausführungsbeispielen wird jeweils angegeben, welche Komponente der absoluten Geschwindigkeit gemessen wird.

- Zur Messung der tatsächlichen Absolutgeschwindigkeit sind 20 drei solcher Meßeinrichtungen notwendig. Aus den damit gemessenen drei Komponenten der absoluten Geschwindigkeit wird in an sich bekannter Weise die resultierende Geschwindigkeit berechnet.

- Bei der Messung der einzelnen Komponenten reicht es im 25 Prinzip aus, diese nacheinander zu messen. Folglich sind zwar drei erste und zweite Wegstrecken notwendig, jedoch reicht es aus, nur eine Auswerteeinrichtung vorzusehen. Es ist lediglich notwendig, die ermittelten Werte für die drei Komponenten kurzzeitig zu speichern.

M.Böhm-36

Für manche Anwendungsfälle ist anstatt der absoluten Geschwindigkeit die Relativgeschwindigkeit gegenüber einer Bezugsfläche (z. B. der Erdoberfläche) zu ermitteln. Dazu ist notwendig, von der gemessenen absoluten Geschwindigkeit die absolute Geschwindigkeit der Bezugsfläche abzuziehen.

Nachdem anhand der Fig. 1a-1d das Prinzip der neuen Geschwindigkeitsmeßeinrichtung erläutert wurde, werden nachfolgend einige Ausführungsbeispiele detaillierter beschrieben.

Bei den beiden Ausführungsbeispielen nach Fig. 2 und Fig. 3 sind beide Signale Lichtwellen, und die Medien für die erste und die zweite Wegstrecke weisen voneinander unterschiedliche Brechungsindizes auf.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 erzeugt ein Laser 201 eine Lichtwelle, die in einem Strahlteiler 202 in zwei gleiche Teilwellen aufgeteilt wird. Strahlteiler sind an sich bekannt und werden deshalb hier nicht näher erläutert. Die eine Teilwelle 203 breitet sich geradlinig in dem Medium Luft aus; die andere, 204, in einem geraden Lichtwellenleiter 205 (Medium Glas), dessen Brechungsindex von dem der Luft unterschiedlich ist. Die beiden Teilwellen werden in optisch/elektrischen Wandlern 206, 207 in elektrische Signale umgewandelt, und diese werden in einer Auswerteeinrichtung 208 ausgewertet. Die ermittelte Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit wird in einer Anzeigeeinrichtung 209 angezeigt.

Mit dieser Geschwindigkeitsmeßeinrichtung wird die Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit gemessen, die in die Längsrichtung des Lichtwellenleiters zeigt.

M.Böhm-36

Die Messung der Phasendifferenz kann mit den von Faser-
kreiseln her bekannten Verfahren gemessen werden, denn
dort wird ebenfalls, direkt oder indirekt, die Phasen-
differenz zwischen zwei Lichtwellen ausgewertet. Da also
5 die Auswertung an sich bekannt ist, wird hierauf nicht
näher eingegangen.

Anhand der Fig. 3 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel
beschrieben. Auch hier wird, wie beim Ausführungsbeispiel
nach Fig. 2, die in einem Laser 201 erzeugte Lichtwelle
10 in einem Strahlteiler 202 in zwei Teilwellen 203, 204 mit
gleicher Intensität aufgeteilt. Im Gegensatz zu dem dortigen
Ausführungsbeispiel breiten sich hier beide Teilwellen in
einem Lichtwellenleiter 205, 210 aus, wobei jedoch wichtig
ist, daß die beiden Lichtwellenleiter unterschiedliche
15 Brechungsindizes aufweisen.

Nach dem Durchlaufen der beiden Lichtwellenleiter 205, 210
werden die Teilwellen wieder in optisch/elektrischen Wand-
lern 206, 207 in elektrische Signale umgewandelt, und aus
diesen wird in einer Auswerteeinrichtung 212 eine Kompo-
20 nente der absoluten Geschwindigkeit ermittelt, und die
ermittelte Geschwindigkeit wird in einer Anzeigeeinrich-
tung 209 angezeigt. Eine der beiden Teilwellen durchläuft
unmittelbar nach dem Verlassen des ersten Strahlteilers 202
eine Bragg-Zelle 211, in der diese Teilwelle frequenzmo-
25 duliert wird. Das Modulationssignal wird in der Auswerte-
einrichtung erzeugt. Weist das Modulationssignal eine kon-
stante Frequenz f_{MOD} auf, dann ist die Frequenz des frequenz-
modulierten Lichts um einen konstanten Betrag verschoben,
d. h. seine Frequenz schwankt nicht. Wenn in der Beschreibung

M.Böhm-36

und in den Patentansprüchen von Modulation die Rede ist, soll auch dieser Fall der konstanten "Frequenzverschiebung" eingeschlossen sein.

Soweit gleiche Bauelemente wie in Fig. 2 verwendet werden,
5 sind die Bezugszeichen gleich.

Durch die Frequenzmodulation in der Bragg-Zelle wird eine zur Phasenverschiebung, die durch die absolute Geschwindigkeit bedingt ist, zusätzliche Phasenverschiebung, die von der Modulation abhängt, erzeugt. Von den bereits erwähnten
10 Faserkreisel her ist es bekannt, die zusätzliche Phasenverschiebung so zu wählen, daß die geschwindigkeitsabhängige Phasenverschiebung kompensiert wird. Aus dem hierzu notwendigen Regelsignal läßt sich die geschwindigkeitsabhängige Phasenverschiebung besonders genau ermitteln.
15 Zur Regelung zur Kompensation der geschwindigkeitsabhängigen Phasenverschiebung kann eine Einrichtung wie die in der DE-OS 31 36 688 beschriebene verwendet werden.

Typische Werte für eine solche Geschwindigkeitsmeßeinrichtung sind:

20 Länge des ersten und des zweiten Ausbreitungswegs: 0,1 m,
Brechungsindizes für die Medien der ersten und der zweiten Wegstrecke: $n_1 = 1,4$; $n_2 = 1,5$,
Frequenz der Lichtwelle: $3 \cdot 10^{14}$ Hz.

Anhand der Fig. 4 wird eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung
25 beschrieben, bei der die beiden Wellen Schallwellen sind. In einer Signalquelle 401 wird ein elektrisches Signal erzeugt, das zwei elektrisch/akustischen Wandlern 402 und

M.Böhm-36

403 zugeführt wird. Diese beiden elektrisch/akustischen Wandler erzeugen Schallwellen 406, 407, die sich auf einer ersten Wegstrecke 404 (gebildet durch ein erstes Medium) bzw. auf einer zweiten Wegstrecke 405 (gebildet durch ein
5 zweites Medium) ausbreiten. Nach dem Durchlaufen der beiden Wegstrecken gelangen die beiden Schallwellen jeweils zu akustisch/elektrischen Wandlern 408 und 409. Deren Ausgangssignale werden einer Auswerteeinrichtung 411 zugeführt. In der Auswerteeinrichtung 411 wird aus der gemessenen
10 Phasendifferenz die absolute Geschwindigkeit ermittelt, und die Anzeige dieser Geschwindigkeit erfolgt in einer Anzeigeeinrichtung 412. Die beiden Medien, in denen sich die beiden Schallwellen ausbreiten, unterscheiden sich durch unterschiedliche Materialkonstanten. Dadurch erhält
15 man für die beiden Wegstrecken unterschiedlich von der absoluten Geschwindigkeit abhängige Ausbreitungsgeschwindigkeiten, die die Phasendifferenz zwischen den beiden Schallwellen nach dem Durchlaufen der beiden Medien verursachen. Die einzelnen hierzu notwendigen Bauelemente sind bekannt,
20 so daß hierauf hier nicht näher einzugehen ist.

Mit der Geschwindigkeitsmeßeinrichtung nach Fig. 4 wird die Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit, die in die Richtung der zueinander parallelen Wegstrecken zeigt, gemessen.

25 Anhand der Fig. 5 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden für die beiden Signale unterschiedliche Wellen, nämlich eine Lichtwelle und eine Schallwelle verwendet. In einer Quelle
502 wird ein elektrisches Signal erzeugt, das als Steuerungssignal einerseits einem elektrisch/akustischen Wandler 504
30

M.Böhm-36

und andererseits einem steuerbaren optischen Dämpfungs-
glied 503 zugeführt wird. In dem Dämpfungsglied 503 wird
eine in einem Laser 501 erzeugte Lichtwelle 507 entsprechend
der Frequenz des Steuersignals gedämpft, so daß am Ausgang
5 des steuerbaren Dämpfungsgliedes eine amplitudenmodulierte
Lichtwelle vorhanden ist. Da das Steuersignal für das
Dämpfungsglied 503 und für den elektrisch/akustischen Wand-
ler 504 dasselbe ist, erreicht man, daß die Frequenz der
Schallwelle 508, die sich in dem Medium der einen Weg-
10 strecke 506 ausbreitet, gleich der Frequenz ist, mit der
die Lichtwelle 507 infolge der Dämpfung in dem Dämpfungs-
glied 503 amplitudenmoduliert ist. Die Lichtwelle 507
breitet sich über eine zweite Wegstrecke 505 mit den Medien
Glas und Luft aus. Die zweite Wegstrecke ist durch zuein-
15 ander parallele und in Richtung von V_x ausgerichtete Licht-
wellenleiter 516 sowie durch Spiegel 514 und 515 realisiert.
Die Spiegel koppeln die Lichtwelle nach dem Verlassen eines
Lichtwellenleiters jeweils in den nächsten Lichtwellen-
leiter ein. Sie breiten sich daher abwechselnd in Richtung
20 plus und minus V_x aus. Die Überleitungsstücke sind so kurz
gewählt, daß der durch sie verursachte Meßfehler vernach-
lässigbar ($< 1 \%$) ist. Die Ausführungen zu der Fig. 1d
gelten hier sinngemäß. Die Lichtwelle gelangt nach dem
Durchlaufen des letzten der Lichtwellenleiter 516 zu
25 einem optisch/elektrischen Wandler 509, an dessen Ausgang
ein Wechselspannungssignal vorhanden ist, dessen Frequenz
gleich der Frequenz ist, mit der die Lichtwelle amplituden-
moduliert ist. Die Schallwelle wird nach dem Durchlaufen
des Mediums 506 einem akustisch/elektrischen Wandler 510
30 zugeführt, dessen elektrisches Ausgangssignal die gleiche
Frequenz wie das Ausgangssignal des optisch/elektrischen
Wandlers 509 hat. Die beiden elektrischen Signale werden
einer Auswerteeinrichtung 512 zugeführt. Zur Anzeige der
absoluten Geschwindigkeit ist eine Anzeigeeinrichtung 513
35 vorgesehen.

3335708

M.Böhm-36

Dadurch, daß die Lichtwelle 507 nacheinander mehrere zueinander parallel angeordnete Lichtwellenleiter 516 und nicht nur eine gerade Lichtwellenleiterstrecke durchläuft, ist die Laufzeit für die Lichtwelle zwischen dem Dämpfungsglied 503 und dem optisch/elektrischen Wandler 509 verlängert gegenüber der direkten Verbindungslinie zwischen diesen beiden Bauelementen. Die Länge der Lichtwegstrecke 505 ist so gewählt, daß die Lichtwelle und die Schallwelle an den jeweiligen Wandlern gleichzeitig ankommen, wenn die absolute Geschwindigkeit null ist. Ist weiterhin gewährleistet, daß die Zeiten, die notwendig sind, um die optische in eine elektrische Welle und die akustische in eine elektrische Welle umzuwandeln, gleich lang sind, dann ist die Phasendifferenz zwischen den beiden elektrischen Signalen, die in der Auswerteeinrichtung 512 gemessen wird, direkt proportional zur zu messenden Komponente V_x der Geschwindigkeit, vorausgesetzt, die Amplitudenmodulation und die Schallwelle waren zu Beginn der Wegstrecke, nämlich nach Verlassen des Dämpfungsgliedes 503 bzw. des elektrisch/akustischen Wandlers, in Phase. Wählt man für die Lichtwelle keinen wesentlich längeren Weg verglichen mit dem Weg für die Schallwelle, dann muß bei der Auswertung die Phasendifferenz zwischen den beiden Wellen, die allein durch unterschiedliche Laufzeiten auf den beiden gleichlangen Wegen bedingt ist, berücksichtigt werden. Mit dieser Meßeinrichtung wird die Geschwindigkeitskomponente V_x , die in die Längsrichtung der Lichtwellenleiter 516 zeigt, gemessen.

Anhand der Fig. 6 wird ein Ausführungsbeispiel beschrieben, dem das anhand der Fig. 1d erläuterte Prinzip zugrunde liegt. Die Wellen breiten sich also in zueinander entgegengesetzten Richtungen aus. Die Anordnung ist so gewählt, daß der Einfluß anderer als der einen gewünschten Komponente V_x der absoluten Geschwindigkeit auf die Wellenausbreitung so gering ist, daß ihr Einfluß auf das Meßergebnis

M.Böhm-36

vernachlässigbar ist. Die Beeinflussung der Wellenausbreitung durch andere Geschwindigkeitskomponenten erfolgt nur an den Übergangsstücken zwischen den Wegstrecken, auf denen sich die Wellen in Richtung plus V_x ausbreiten, und den
5 Wegstücken, auf denen sich die Wellen in Richtung minus V_x ausbreiten.

In einem Oszillator 601 wird ein elektrisches Signal mit der Frequenz 300 MHz erzeugt. Dieses wird einerseits zu einem elektrisch/akustischen Wandler 604 und andererseits
10 zu einem steuerbaren Dämpfungsglied 603, dem außerdem eine in einem Laser 602 erzeugte Lichtwelle zugeführt wird, geleitet.

Der elektrisch/akustische Wandler 604 erzeugt eine akustische Oberflächenwelle, die sich zunächst auf der Oberseite
15 eines ersten Mediums 619 in die Richtung $+V_x$ und danach auf der Unterseite dieses Mediums in die Richtung $-V_x$ ausbreitet. Die akustische Oberflächenwelle wird nach dem Durchlaufen der Ober- und der Unterseite des ersten Mediums einem akustisch/elektrischen Wandler 605 zugeführt. Dessen
20 elektrisches Ausgangssignal wird zu einem Verstärker 616 geleitet. Dessen Ausgangssignal wiederum ist das Steuerungssignal für einen weiteren elektrisch/akustischen Wandler 606 auf einem weiteren Medium 620. Auf diesem breitet sich wieder eine akustische Oberflächenwelle zu einem akustisch/
25 elektrischen Wandler 607 aus. Dessen Ausgangssignal wird zu einem weiteren Verstärker 617 geleitet. Dieser Vorgang wird noch mehrmals wiederholt. In der Fig. 6 sind noch ein weiterer Verstärker 618, mehrere Wandler 608 bis 611 und zwei weitere Medien 621 und 622 dargestellt. Das Aus-
30 gangssignal des letzten akustisch/elektrischen Wandlers 611 wird zu einer Auswerteeinrichtung 615 geleitet.

M.Böhm-36

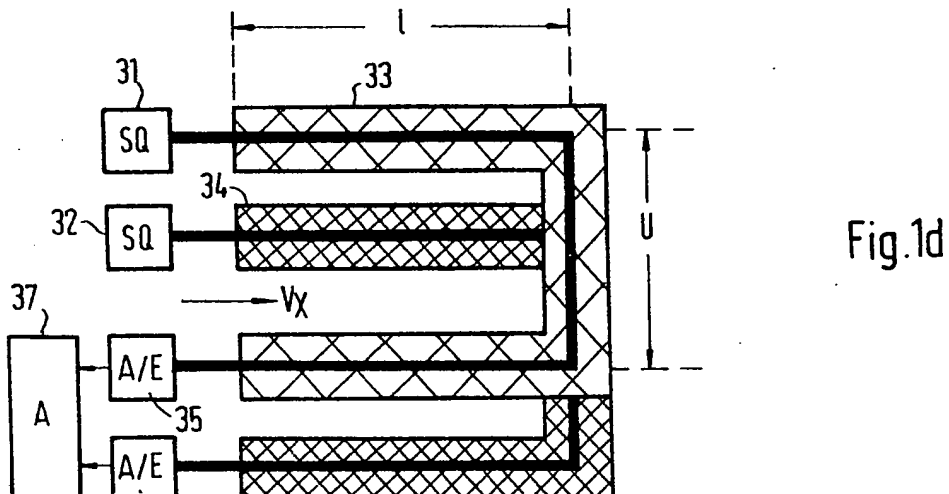
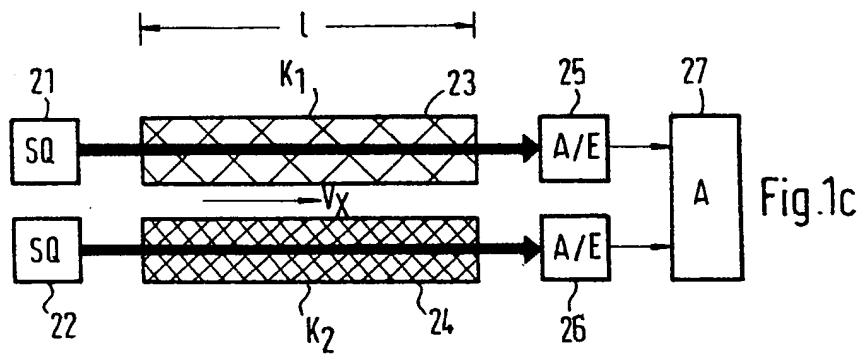
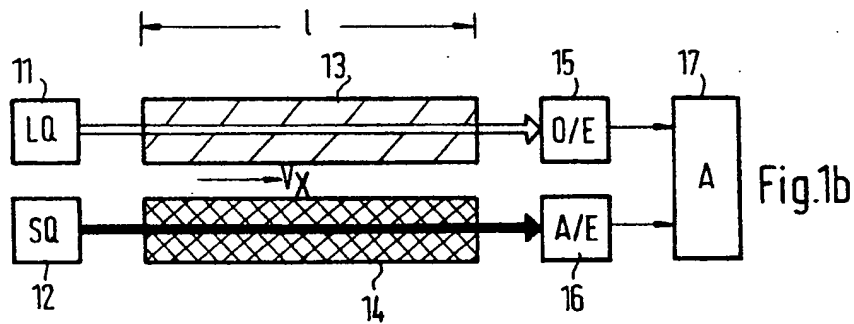
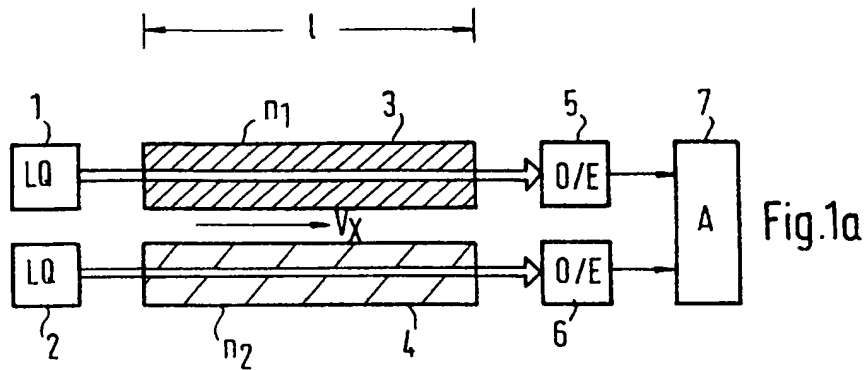
Das steuerbare Dämpfungsglied 603 amplitudenmoduliert die im Laser 602 erzeugte Lichtwelle. Die amplitudenmodulierte Lichtwelle breitet sich nacheinander in mehreren zueinander parallelen Lichtwellenleitern 612 aus. An den Enden der
5 Lichtwellenleiter sind Spiegel 623 und 624 angeordnet. Diese Anordnung entspricht der Lichtwellenleiteranordnung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 5. Die Lichtwelle wird nach dem Verlassen des letzten Lichtwellenleiters einem optisch/
elektrischen Wandler 613 zugeführt, dessen Ausgangssignal
10 zu der Auswerteeinrichtung 615 geleitet wird. Die Lichtwellenleiter zeigen in die Richtung der zu messenden Geschwindigkeitskomponente V_x .

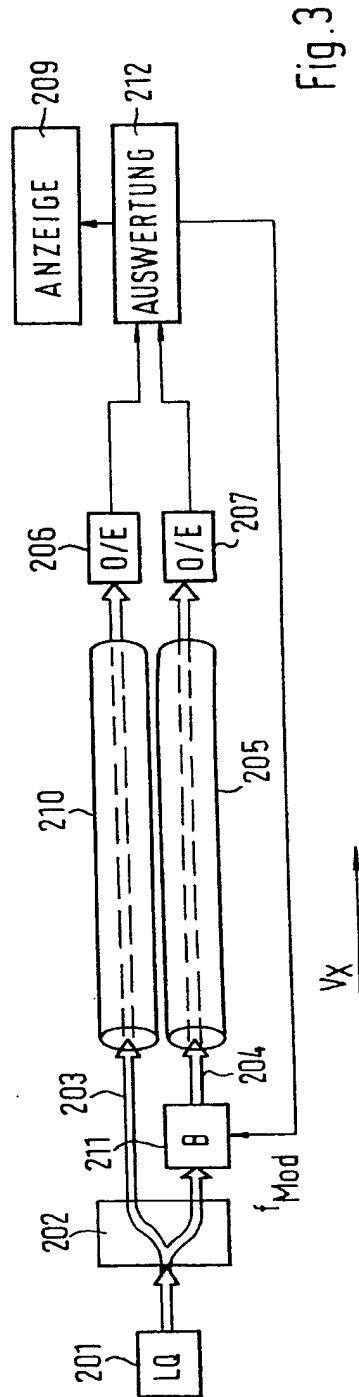
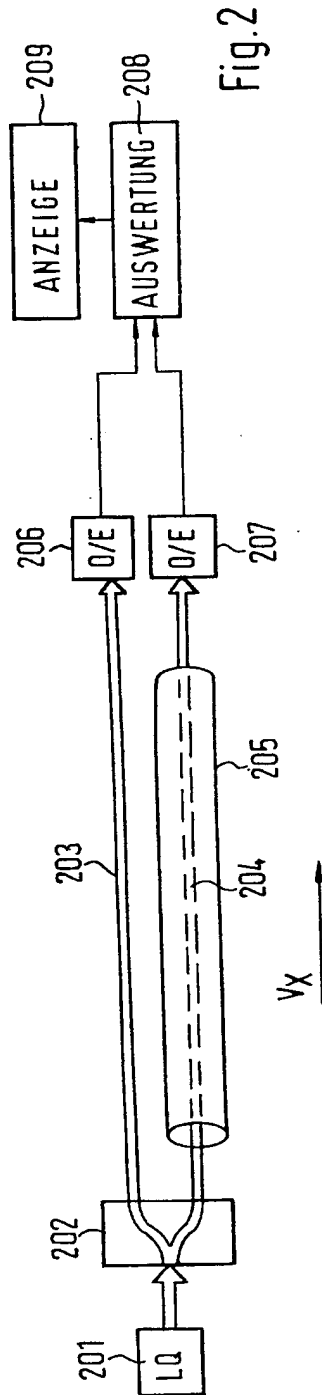
Die Weglängen für das elektrische Signal von dem Oszillator 601 zu dem ersten elektrisch/akustischen Wandler 604 und
15 zu dem Dämpfungsglied 603 sind gleich lang. Auch die Weglängen für die elektrischen Signale vom Ausgang des optisch/
elektrischen Wandlers 613 zu der Auswerteeinrichtung 615 und vom letzten akustisch/elektrischen Wandler 611 zu der Auswerteeinrichtung 615 sind gleich lang gewählt. Die
20 Messung und die Auswertung der Phasendifferenz erfolgt in der Auswerteeinrichtung 615. Die Anzeige des Meßwerts erfolgt in einer Anzeigeeinrichtung 614.

Die Auswertung erfolgt gemäß der oben angegebenen Gleichung (2).

25 Bei den Ausführungsbeispielen, bei denen zumindest eines der beiden Signale moduliert ist, ist es von Vorteil, für bestimmte Anwendungen nacheinander unterschiedliche Modulationsfrequenzen vorzusehen. Dies macht in an sich bekannter Weise Grob- und Feinmessungen möglich.

Handwritten signature





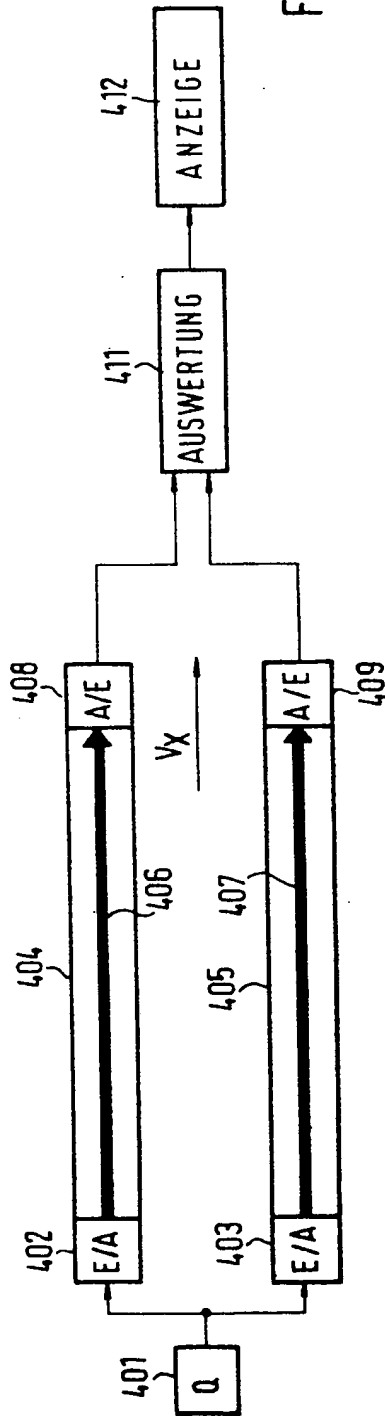


Fig. 4

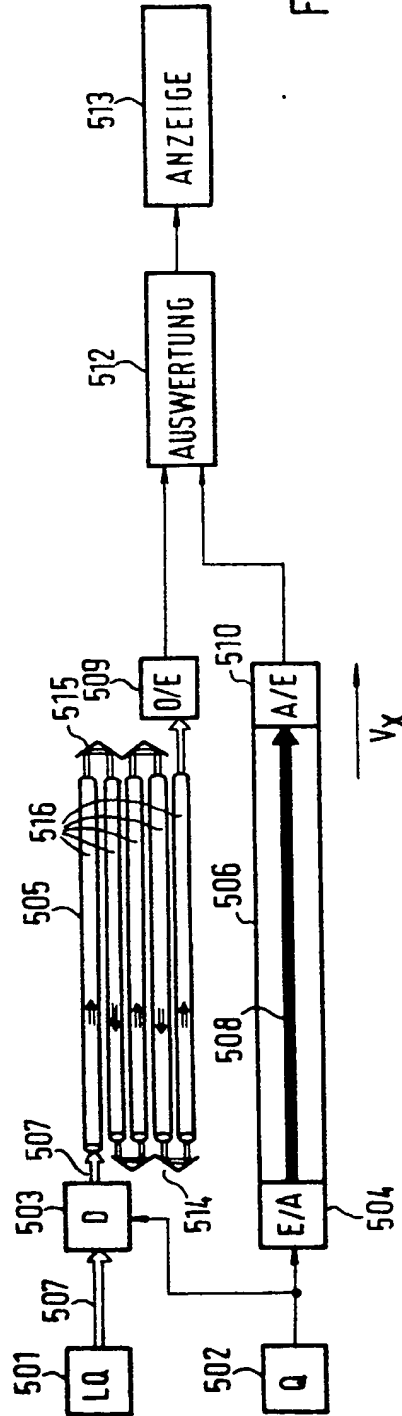


Fig. 5

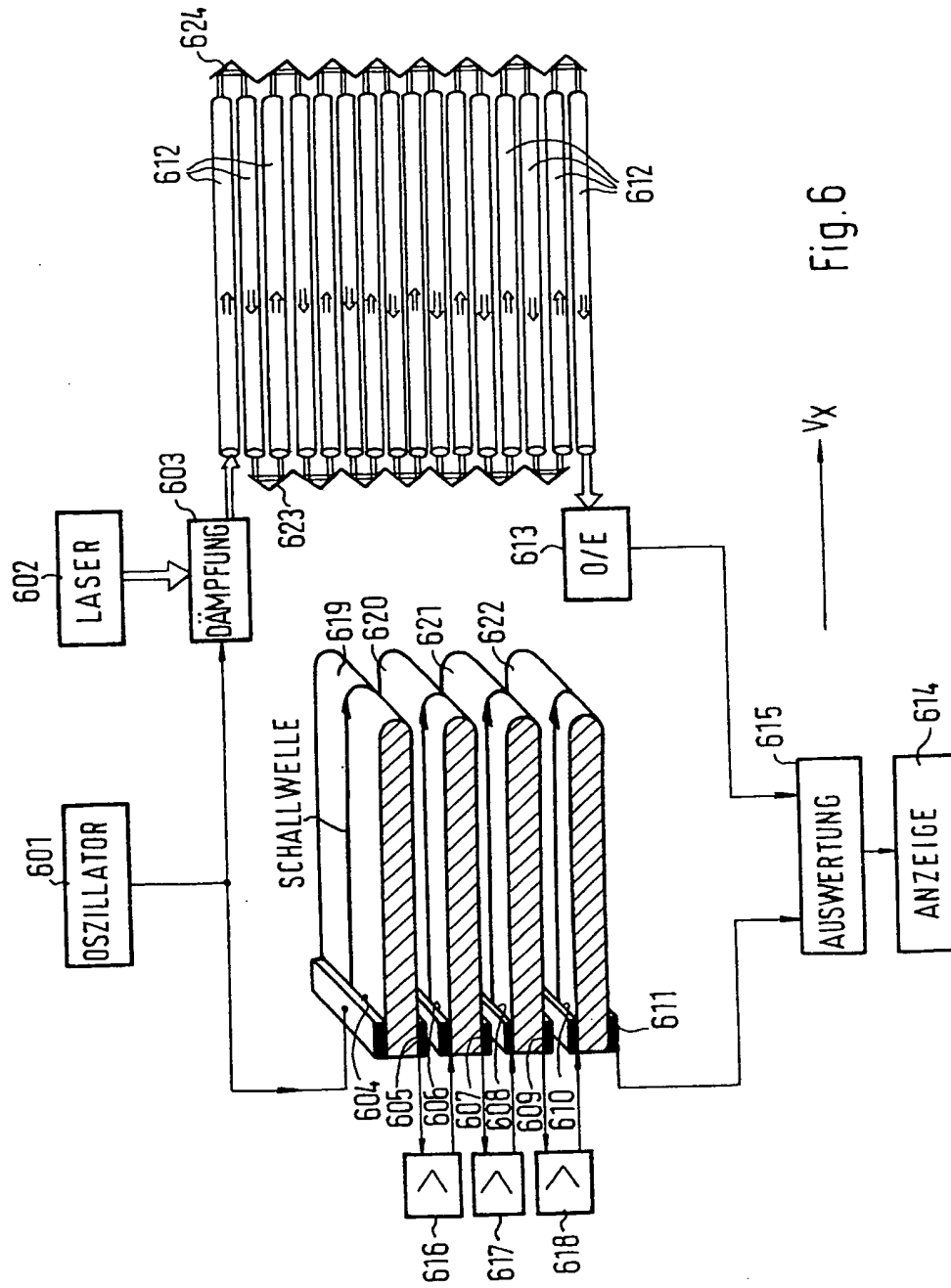


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.